

# Implementation of Lean Production Planning and Control (Lean-PPC) system in SMEs in the manufacturing sector: A systematic review

Nohemy Miriam Canahua Apaza<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica del Perú, Perú, c26052@utp.edu.pe

*Abstract– Currently, the sources of competitiveness are located in the globalization of markets and in the capacity of companies and individuals to integrate into this process. Current competition is not only based on the best production of goods and services, but also on the degree of development of intangible skills, such as the integration of production chains and technological innovation. Currently, there is a close relationship between technology and the competitiveness of a company within an industry. Technology does not simply contemplate the degree of automation of productive functions, but also of the management between the various departments of the organization. This review aims to identify the existing scientific evidence of the implementation of a lean production planning and control system in SMEs in the manufacturing industry used to control and plan production. The results showed that lean production planning and control in SMEs in the manufacturing industry increases productivity. It was concluded that the implementation of lean production improves the production system in SMEs in the industrial sector at a low cost. Beyond the power of Lean techniques in increasing business efficiencies, we can conclude that in SMEs the main actions for their implementation must necessarily include the commitment of the company's management to invest in the training of its staff and to promote the culture of continuous improvement. The effective use of Lean Technique implies a profound cultural transformation.*

*Keywords-- Lean, production, planning, control, pymes, lean tools.*

# Implementación de un sistema de Planificación y control de producción esbelta (Lean-PPC) en pymes del sector manufactura: Una revisión sistemática

Nohemy Miriam Canahua Apaza<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica del Perú, Perú, c26052@utp.edu.pe

**Resumen** — *En la actualidad, las fuentes de competitividad se ubican en la globalización de mercados y en la capacidad de las empresas e individuos para integrarse en este proceso. La competencia actual no sólo se basa en la mejor producción de bienes y servicios, sino también en el grado de desarrollo de las competencias intangibles, tales como la integración de las cadenas productivas y la innovación tecnológica. Actualmente existe una estrecha relación entre la tecnología y la competitividad de una empresa dentro de una industria. La tecnología no contempla simplemente el grado de automatización de las funciones productivas, sino también de las gestiones entre los diversos departamentos de la organización. Esta revisión tiene como objetivo identificar la evidencia científica existente de la implementación de un sistema de planificación y control de producción esbelta en pymes de la industria manufacturera utilizada para controlar y planificar la producción. Los resultados mostraron que la planificación y control de la producción utilizando lean en pymes de la industria manufactura, incrementan la productividad. Se llegó a la conclusión de que la implementación de lean de producción esbelta mejora el sistema productivo en pymes del sector industrial a un bajo costo. Más allá del poder de las técnicas de Lean en el incremento de las eficiencias de las empresas, podemos nosotros concluir que en las PYMES las principales acciones para su implementación deben incluir necesariamente el compromiso de la dirección de la empresa en invertir en la capacitación de su personal y en promover la cultura de la mejora continua. El uso efectivo de la técnica Lean implica una transformación cultural profunda.*

**Palabras clave**-- *Lean, producción, planificación, control, pymes, herramientas lean.*

## I. INTRODUCCIÓN

La industria manufacturera ha sido un pilar fundamental en el desarrollo económico de diversas naciones, contribuyendo significativamente a la producción de bienes y servicios. En los últimos años, este sector ha enfrentado desafíos considerables debido a la creciente competencia global y a la rápida evolución de las tecnologías de fabricación. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la producción en la industria manufacturera ha mostrado un crecimiento notable, lo que subraya la necesidad de adoptar prácticas de gestión más eficientes [1].

La metodología de producción (Lean Planning Production) ha emergido como una solución efectiva para abordar estos

desafíos. Esta filosofía se centra en el control y planificación en la producción, permitiendo a las empresas mejorar su eficiencia operativa y reducir costos [2]. La implementación de Lean PPC no sólo busca maximizar la productividad, sino también mejorar la calidad del producto y la satisfacción del cliente [3].

La planificación y control de producción esbelta (Lean - PPC) es un componente crítico dentro de esta metodología. Se enfoca en la programación detallada de trabajos, la asignación de recursos y el flujo de trabajo a través del sistema de producción [4]. Sin embargo, la aplicación de estas herramientas en entornos de procesos, como la industria manufacturera, presenta desafíos únicos debido a la rigidez de los procesos y la alta dependencia de la secuencia de operaciones [5].

Investigaciones previas han demostrado que la adopción de técnicas de Lean - PPC puede resultar en mejoras significativas en la productividad y en la reducción de los tiempos de entrega [6]. Por ejemplo, un estudio realizado por Lemos et al. (2018) en una empresa metalmeccánica reveló que la implementación de un sistema de codificación y control de producción resultó en una disminución del 20% en los tiempos de entrega [7]. Estos hallazgos resaltan la importancia de adaptar las prácticas de Lean a las características específicas de la industria.

A pesar de los beneficios potenciales, la implementación de Lean - PPC en la industria metalmeccánica no está exenta de dificultades. La resistencia al cambio, la falta de capacitación y la inadecuada alineación de los objetivos organizacionales son algunos de los obstáculos que pueden limitar el éxito de estas iniciativas [8]. Por lo tanto, es crucial que las empresas desarrollen estrategias efectivas para superar estas barreras y maximizar los beneficios de la producción esbelta.

Este artículo presenta un estudio de revisión que evalúa el impacto de la implementación de Lean - PPC en empresas manufactureras PYMES. A través de un diseño de investigación controlado, se busca proporcionar evidencia empírica que respalde la efectividad de estas metodologías en la mejora de la productividad y la reducción de los tiempos de entrega de productos terminados.

Los resultados de este estudio no solo contribuirán al cuerpo de conocimiento existente sobre Lean Manufacturing, sino que también ofrecerán recomendaciones prácticas para la

industria. Se espera que los hallazgos sirvan como guía para otras empresas que buscan implementar prácticas de producción esbelta y mejorar su competitividad en el mercado. El objetivo principal de esta investigación es analizar el nivel de implementación de las prácticas Lean en las micro y pequeñas empresas (MYPES) del sector manufacturero a nivel mundial. Este análisis permitirá identificar los resultados obtenidos por estas empresas mediante la aplicación de técnicas Lean en sus operaciones, así como las dificultades y limitaciones enfrentadas durante su implementación. De este modo, se busca contribuir al fortalecimiento del conocimiento y la experiencia sobre la aplicación de Lean en órgano. La utilidad de este estudio radica en poner estos hallazgos a disposición de las organizaciones interesadas, proporcionando una base de referencia para aquellas que deseen optimizar sus procesos y mejorar su competencia

Finalmente, esta investigación se alinea con la necesidad de promover una transformación continua en la industria manufacturera, donde la innovación y la eficiencia resultan esenciales para alcanzar el éxito sostenible. La adopción de Lean-PPC puede representar un avance decisivo hacia la creación de entornos productivos más ágiles y adaptables, capaces de responder con eficacia a las demandas cambiantes del mercado.

## II. METODOLOGIA

### A. Estrategia de Búsqueda

Para realizar la presente Revisión Sistemática de Literatura (RSL) se utilizó el método PICO (Población, Intervención, comparación y Resultados), asimismo con el fin de detallar la búsqueda en los artículos de revisión, se desagregó la pregunta PICO. Esta descomposición sintetiza la información de manera más clara, así como la variedad de las palabras claves.

A continuación, se presenta la pregunta de revisión que guiará la siguiente RSL

#### 1) Pregunta PICO:

¿Qué metodologías de Lean se utilizan para planificar y controlar la producción en el sector manufacturero?

#### 2) Preguntas de Revisión asociadas a los componentes PICO:

PR1: ¿Qué problemas del sector manufacturero se podrían solucionar mediante la implementación de Lean PP?

PR2: ¿Qué herramientas de Lean se emplean para planificar y gestionar la producción en el sector manufacturero?

PR3: ¿Qué tipos de empresas del sector manufacturero usan herramientas Lean para planificar y controlar la producción?

PR4: ¿Cuáles han sido los resultados obtenidos al aplicar las herramientas de Lean en la planificación y control de producción en el sector manufacturero?

Con el fin de detallar la búsqueda en los artículos de revisión, se desagregó la pregunta PICO. Esta descomposición sintetiza la información de manera más clara. Las 4 preguntas formuladas de manera concisa se muestran en la Tabla I.

TABLA I  
COMPONENTES PICO Y PALABRAS CLAVE

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Población /Problema (P) | Falta de planificación y control de la producción | "inefficient production" OR "planning inefficient" OR "control organization" OR manufacturing OR "Production Management" OR "continuous improvement" OR "performance" OR "Manufacturing sector" OR "Industrial clusters" OR "Inefficient control" |
| Intervención (I)        | Herramientas Lean                                 | "Lean Tools" OR "Pull System" OR heijunka OR "take time" OR "Cellular Manufacturing" OR "Total Productive Maintenance" OR smed OR "Single-Minute Exchange of Die" OR "process flow" OR "smart manufacturing" OR "Lean Manufacturing (LM)"         |
| Comparación (C)         | Pymes   | smes OR pyme OR small AND company   |
| Resultados (O)          | Producción eficiente y flexible                   | "Flexible production"; "smart manufacturing"; efficiency; lean; streamlining; "manufacturing processes"; "Lean manufacturing", "agile manufacturing"; "Work in process process"; Efficiency; "Industrial innovation"                              |

### 3) Selección de Búsqueda

Se realizaron búsquedas en dos bases de datos para seleccionar estudios. Se seleccionaron las siguientes bases de datos por su alta relevancia en el campo de la investigación: Scopus y Web of Science,

Para encontrar estudios complementarios relevantes, también se revisaron las referencias de los resultados de búsqueda obtenidos. La tabla 2 contiene la ecuación de búsqueda usada en ambas bases de datos.

TABLA II  
SINTAXIS DE LAS PALABRAS CLAVE EN BASE DE DATOS SELECCIONADAS

| Ecuación en Scopus  | Ecuación en Web of Science   |
|---|--|
| TITLE-ABS-KEY ( "inefficient production" OR "planning inefficient" OR "control organization" OR manufacturing OR "Production Management" OR "continuous improvement" OR "performance" OR "Manufacturing sector" OR "Industrial clusters" OR "Inefficient control" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "Lean Tools" OR "Pull System" OR heijunka OR "take time" OR "Cellular Manufacturing" OR "Total Productive Maintenance" OR smed OR "Single-Minute Exchange of Die" OR "process flow" OR "smart manufacturing" OR "Lean Manufacturing (LM)" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "Flexible production" OR "smart manufacturing" OR efficiency OR streamlining OR "manufacturing processes" OR "Work in process" OR efficiency OR "Industrial innovation" OR "Lean tools" OR "Production process" ) | ( " inefficient production" OR "planning inefficient " ) AND( "Lean tools" OR manufacturing "OR manufacturing " ) AND( pymes OR smed ) AND( smart manufacturing OR efficiency) |

AND TITLE-ABS-KEY ( smes OR pyme  
OR small AND company ) )

Al realizar la búsqueda con los criterios establecidos se ubicaron 228 artículos, sin embargo, se encontraron 7 duplicados, 15 inlegibles y 7 documentos con acceso restringido, lo que generó un número de 199 documentos cribados. Después de una cuidadosa selección del filtrado respecto al título y resumen se excluyó 117 documentos obteniendo 82 artículos de los cuales 48 son publicaciones no recuperadas obteniéndose 34 luego del tamizaje. Finalmente, todos los registros fueron filtrados por el criterio de inclusión y exclusión con lo que se obtuvo 24 documentos para ser sometidos al análisis bibliométrico. La figura 1 muestra el diagrama de flujo PRISMA llevado a cabo para la selección de artículos científicos.

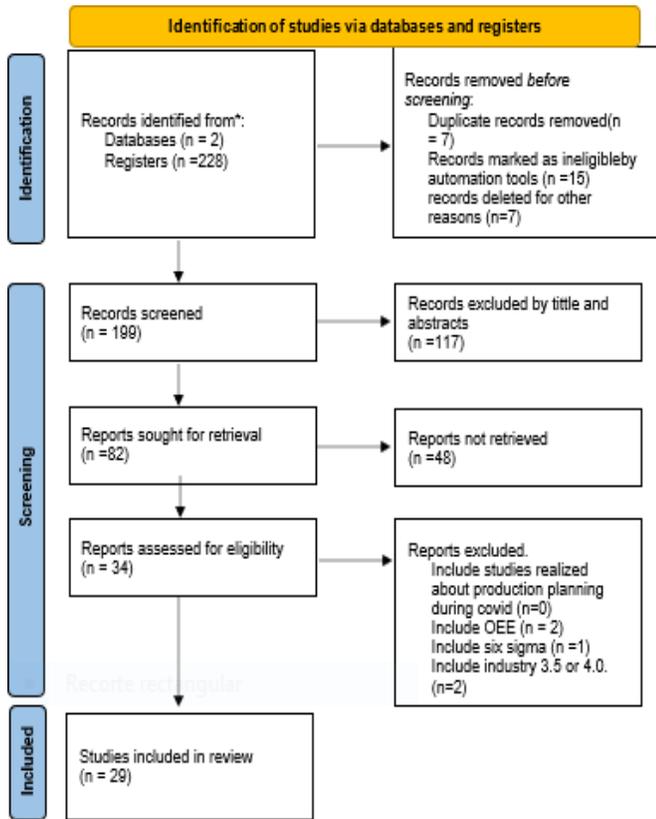


Fig. 1 Diagrama de flujo PRISMA

## II RESULTADOS

Esta revisión se centra en el análisis de contenido de un Sistema de Planificación y Control de Producción Esbelta. Se basó en las pequeñas empresas enfocadas en el sector de manufactura, que fabrican diferentes productos para diversos usos del sector, e incluyó trabajos de investigación presentados en revistas científicas y congresos internacionales.

### A. Resultados bibliométricos

Para la presente RSL se organizaron los artículos según fecha de publicación y país de origen. En la figura 2 se puede ver que el año 2023 fue el de mayor aporte científico para nuestra investigación, contando con un total de 4 artículos, seguido del año 2013 y 2022 con 3 artículos cada uno.

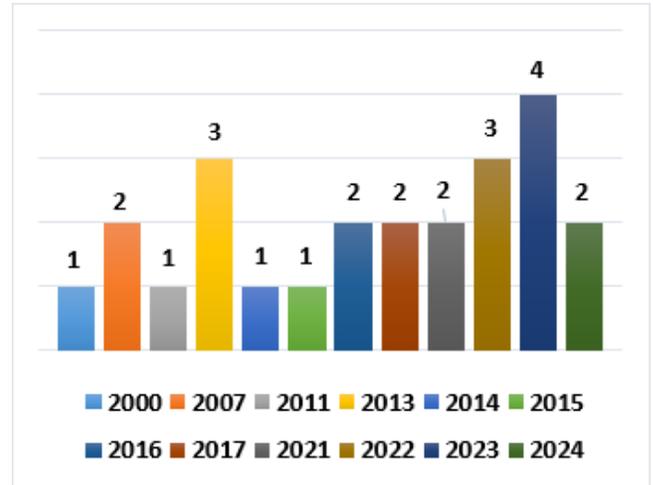


Fig. 2 Artículos según año de publicación

Al analizar los datos según el país de origen de las publicaciones, se observa que Europa lidera en el aporte de investigaciones, destacándose significativamente en comparación con otras regiones como América Latina y Asia. En la figura, se evidencia que el Reino Unido es el país con mayor contribución científica, con un total de 5 artículos considerados en el estudio. Le sigue Alemania con 4 artículos, mientras que Nigeria, Portugal y Perú cuentan con 3 artículos cada uno. Además, se identificaron 2 publicaciones en países como India, Suecia y Suiza. Finalmente, se registró un único artículo en Italia, Países Bajos, China, Brasil y Pakistán, reflejando así una menor participación de estos.

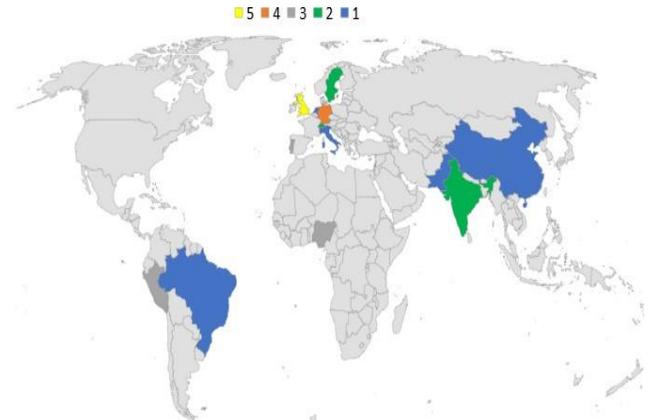


Fig. 3 Artículos según país de origen. (ref.)

Cabe mencionar que los análisis de los resultados serán útiles para el entendimiento y respuesta de los objetivos presentes en la RSL, tanto general como específicos.

Los autores de investigaciones científicas ejercen una notable influencia en el desarrollo de esta investigación. Sus trabajos son leídos, citados y utilizados por otros investigadores como base para sus propias investigaciones, como se muestra en la figura 4. La publicación de artículos científicos y la divulgación de los resultados de sus investigaciones permiten que otros científicos conozcan y accedan a nueva información. Esta interacción y retroalimentación entre investigadores fomenta el desarrollo de nuevas líneas de investigación, la colaboración entre científicos y la creación de redes académicas que promueven el avance conjunto del conocimiento científico.

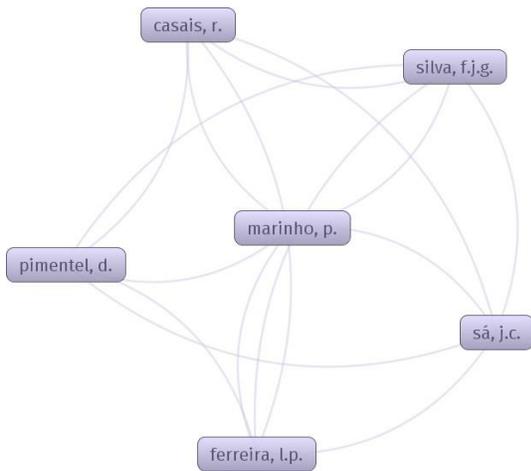


Fig. 4. Autores más citados

A continuación, se realiza una síntesis de la información obtenida en los 24 artículos considerados para la presente RSL, en función a las preguntas según la estructura PICO.

### B. Resultados de ingenierías

#### B.1 ¿Qué problemas del sector manufacturero se podrían solucionar mediante la implementación de Lean PCP?

La implementación de Lean Production Planning and Control (Lean PPC) en el sector manufacturero puede abordar varios problemas críticos que afectan la eficiencia operativa y la competitividad de las empresas. Uno de los problemas más destacados es la ineficiencia en la gestión de inventarios. Muchas empresas enfrentan costos elevados debido a la acumulación de inventarios innecesarios, lo que puede resultar en obsolescencia y desperdicio. Lean PPC promueve la filosofía Just-In-Time (JIT), que busca sincronizar la producción con la demanda real, minimizando así los niveles de inventario y reduciendo costos asociados al almacenamiento y manejo de materiales [6], [5].

Otro desafío significativo en el sector manufacturero es la variabilidad en los tiempos de producción y la falta de estandarización en los procesos. Esto puede llevar a cuellos de botella y retrasos en la entrega de productos terminados. Lean PPC se enfoca en la identificación y eliminación de desperdicios a través de la estandarización de procesos y la mejora continua. Al implementar herramientas como el mapeo de flujo de valor y la programación visual, las empresas pueden optimizar sus operaciones, reducir los tiempos de ciclo y mejorar la productividad general, lo que es crucial en un entorno competitivo, cabe resaltar que los problemas para realizar la planificación y control se pueden iniciar desde la asignación de recursos, altos niveles de desperdicio, entre otros, como se muestra a continuación en la figura 5 .[11], [14].



Fig. 5. Problemas para realizar las planificación y control de producción

Asimismo, el éxito de la implementación de lean en pequeñas empresas requiere planificación y control eficaces para reducir desperdicios, optimizar recursos y mejorar la calidad, en un contexto de recursos limitados. La participación activa del liderazgo y la integración de prácticas lean en la cultura organizacional son fundamentales para lograr mejoras sostenibles y aumentar la competitividad. A continuación se realiza una síntesis de los caso de éxito específicamente en empresas que realizan actividades de construcción con características variadas y volúmenes bajos [32].

TABLA III  
CASOS DE ÉXITO DE LA METODOLOGIA LEAN EN PYMES DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN

| Aspecto                      | Estudio de Caso A   | Estudio de Caso B  | Metodologías Lean Usadas                            |
|------------------------------|---|--|---|
| Contexto                     | Empresa constructora con resistencia y recursos limitados | Fabricante de productos de construcción con liderazgo comprometido | N/A   |
| Estrategia de implementación | Estrategia fragmentada, falta de coherencia               | Estrategia integrada, mapeo de procesos y                          | Herramientas básicas como 5S, flujo de valor (Value |

|                               |   |  |   |
|-------------------------------|---|--|---|
|                               |   | definición de visión clara   | Stream Mapping)   |
| Control de producción y flujo | Establecimiento de un ciclo de tiempo diario para la cotización, optimizando recursos y tiempos | Implementación de sistemas visuales en oficina y taller, como tableros Kanban y 5S           | Sistema Pull (Kanban), Visual Management  |
| Desafíos enfrentados          | Resistencia del personal, escasez de recursos   | Resistencia cultural, pérdida de conocimiento tras salida del agente de cambio               | Capacitación en principios Lean, desarrollo de cultura empresarial, gestión del cambio                    |
| Resultado                     | Mejora limitada, resistencia persistente, implementación superficial                            | Transformación cultural, mejoras en procesos, reducción de costos y aumento de productividad | Implementación gradual de técnicas Lean, desarrollo de cultura participativa, uso de herramientas básicas |

Asimismo, otro caso de éxito en la implementación de técnicas Lean en una PYME de manufactura, se presenta un estudio realizado en Finlandia. A continuación, se muestra un cuadro resumen que ilustra la aplicación práctica de estas técnicas [33].

TABLA IV  
CASOS DE ÉXITO DE LA METODOLOGIA LEAN EN PYMES DEL SECTOR MANUFACTURA

| Aspecto                     | Detalles  | Resultados /Impacto   |
|-----------------------------|---|---|
| Empresa                     | PYME de manufactura en Finlandia, dedicada a la Importación y producción de pinturas y acabados.  | -   |
| Problemas Identificados     | - Exceso de WIP.<br>- Amplio portafolio.<br>- Diseño de producción ineficiente.<br>- Instalaciones desordenadas.<br>- Largos tiempos de espera. | Afectaban la eficiencia y rentabilidad.   |
| Metodologías Lean Aplicadas | - 5S.<br>- vsm  | Eliminación de desperdicios y mejora en el orden.                                 |
| Propuestas de Desarrollo    | - Rediseño del flujo de producción.<br>- Aplicación de 5S.  | Optimización de procesos y aumento de productividad.                              |
| Desafíos Superados          | - Resistencia de empleados<br>- Falta de experiencia en implementación de metodologías Lean   | Adaptación positiva al cambio y fortalecimiento de la cultura de mejora continua. |
| Resultados                  | - Mejora en eficiencia.<br>- Reducción de tiempos de espera.<br>- Mayor rentabilidad.<br>- Mejor moral y participación del personal.            | Empresa más ágil, rentable y enfocada en la mejora continua.                      |

La implementación de técnicas Lean en pequeñas empresas de manufactura en Finlandia demostró ser una estrategia efectiva para mejorar la eficiencia y competitividad resultando en una mejora significativa en la eficiencia, rentabilidad y moral de los empleados, subrayando la importancia de un enfoque sistemático y bien planificado en la adopción de la filosofía Lean

Otro país que ha mostrado éxito en la implementación de técnicas Lean en PYMES es India. Diversas PYMES en India han adoptado metodologías Lean para mejorar su eficiencia operativa, reducir desperdicios y aumentar la rentabilidad como se muestra en la tabla 5 [34].

TABLA V  
CASOS DE ÉXITO DE LA METODOLOGIA LEAN EN PYMES DEL SECTOR COMERCIO Y MANUFACTURA

| Sector  |                                  |
|---|----------------------------------|
| Comercio  | Manufactura                      |
| Desafíos  |                                  |
| Resistencia cultural y cambios en los procesos de trabajo | Falta de experiencia en Lean     |
| Metodologías Lean Aplicadas                               |                                  |
| Lean Six Sigma  | Value Stream Mapping (VSM)       |
| 5S  |                                  |
| Propuestas de Desarrollo                                  |                                  |
| Integración de Lean y Smart Manufacturing                 | Implementación de Lean Six Sigma |
| Resultados  |                                  |
| Mayor rentabilidad  | Mejora en la eficiencia          |
| Mejora en la moral de los empleados                       |                                  |

Finalmente, la implementación de Lean PPC puede contribuir a mejorar la calidad del producto y la satisfacción del cliente. Al centrarse en la mejora continua y en la reducción de variaciones en el proceso, las empresas pueden minimizar defectos y retrabajos, lo que se traduce en productos de mayor calidad. Además, al reducir los tiempos de entrega y mejorar la eficiencia, las empresas pueden cumplir mejor con las expectativas de los clientes, lo que es esencial para mantener una ventaja competitiva en el mercado. La combinación de estos beneficios no solo ayuda a resolver problemas operativos, sino que también fortalece la posición de la empresa en el sector manufacturero [13], [16].

### B.2 ¿Qué herramientas de Lean se emplean para planificar y gestionar la producción en el sector manufacturero?

En el sector manufacturero, diversas herramientas de Lean se utilizan para planificar y gestionar la producción de manera eficiente. Una de las herramientas más destacadas es el mapeo de flujo de valor (Value Stream Mapping, VSM), que permite a las empresas visualizar y analizar el flujo de materiales e información a lo largo del proceso de producción. Esta herramienta ayuda a identificar desperdicios y áreas de mejora, facilitando la toma de decisiones informadas para

optimizar el proceso productivo [1]. Al implementar VSM, las organizaciones pueden reducir tiempos de espera y mejorar la eficiencia general, lo que es crucial en un entorno competitivo. Otra herramienta clave es el Just-In-Time (JIT), que se centra en la producción y entrega de productos en el momento exacto en que se necesitan, minimizando así los niveles de inventario. JIT no solo reduce los costos asociados al almacenamiento, sino que también mejora la flexibilidad y capacidad de respuesta de la empresa ante cambios en la demanda del mercado [2]. La implementación de JIT requiere una coordinación efectiva con proveedores y un control riguroso de los procesos internos, lo que puede resultar en una mejora significativa en la eficiencia operativa.

Además, el Kaizen, que se traduce como "mejora continua", es una filosofía fundamental en Lean que promueve la participación de todos los empleados en la identificación y solución de problemas. A través de eventos Kaizen, las empresas pueden realizar mejoras incrementales en sus procesos, lo que contribuye a una cultura de mejora continua y a la sostenibilidad de los cambios implementados [3]. Esta herramienta no solo mejora la calidad y eficiencia, sino que también fomenta un ambiente de trabajo colaborativo y motivador, lo que es esencial para el éxito a largo plazo en el sector manufacturero.

TABLA VI  
HERRAMIENTAS LEAN PPC UTILIZADAS POR LAS PYMES

| Autores                                   | Industria-Pyme | Herramientas De Lean |        |    |     |     |
|---|----------------|----------------------|--------|----|-----|-----|
|   |                | Heijunka             | Kaisen | 5S | Vsm | JIT |
| Olhager, J., & Wikner, J.                 | Calzado        | X                    | X      |    |     | X   |
| Yuk-Ming Tang, George To Sum Ho           | Textil         |                      |        | X  | X   | X   |
| Chen, J., Cheng, T. C. E., & Huang, Y.    | Textil         | X                    | X      |    |     | X   |
| Hendry, L., Huang, Y., & Stevenson, M.    | Metalmecánica  |                      | X      |    | X   | X   |
| Cichos, K., & Aurich, J.                  | Metalmecánica  |                      | X      | X  |     |     |
| Butzer, S., Schötz, S., & Steinhilper, R. | Metalmecánica  |                      | X      |    |     | X   |

### B.3 ¿Qué tipos de empresas del sector manufacturero usan herramientas Lean para planificar y controlar la producción?

Las herramientas Lean son ampliamente adoptadas en diversas empresas del sector manufacturero, especialmente en aquellas que operan en la industria discreta, como la automotriz, electrónica y de maquinaria. Estas industrias se benefician de la capacidad de Lean para reducir desperdicios y mejorar la eficiencia operativa, lo que es crucial en un entorno altamente competitivo [11].

Por ejemplo, las empresas automotrices han implementado prácticas Lean para optimizar sus líneas de producción, lo que les permite responder rápidamente a las demandas del mercado y mantener altos estándares de calidad [12].

Además, las empresas de electrónica también han adoptado herramientas Lean, como el Just-In-Time (JIT) y el mapeo de flujo de valor, para mejorar la gestión de inventarios y reducir los tiempos de ciclo de producción. Estas herramientas les permiten alinear la producción con la demanda real del cliente, minimizando así el exceso de inventario y los costos asociados [23]. La flexibilidad y la capacidad de adaptación que ofrecen las metodologías Lean son especialmente valiosas en un sector donde la innovación y el cambio son constantes.

Por último, las empresas de maquinaria y equipos también han comenzado a implementar herramientas Lean para mejorar sus procesos de producción. Estas empresas, que a menudo enfrentan desafíos relacionados con la complejidad de sus productos y la variabilidad en la demanda, encuentran en Lean una solución efectiva para estandarizar procesos y mejorar la calidad [4]. La implementación de Lean en estas empresas no solo mejora la eficiencia, sino que también fomenta una cultura de mejora continua entre los empleados.

### B.4 ¿Cuáles han sido los resultados obtenidos al aplicar las herramientas de Lean en la planificación y control de producción en el sector manufacturero?

La aplicación de herramientas Lean en la planificación y control de producción ha demostrado generar resultados significativos en el sector manufacturero. Uno de los resultados más destacados es la reducción de desperdicios, lo que se traduce en una disminución de costos operativos. Las empresas que han implementado prácticas Lean han reportado mejoras en la eficiencia de sus procesos, lo que les permite ofrecer productos de mayor calidad a un costo menor [5]. Esto es especialmente evidente en la industria automotriz, donde la reducción de tiempos de ciclo y la mejora en la calidad del producto son fundamentales para mantener la competitividad.

Otro resultado importante es la mejora en la satisfacción del cliente. Al adoptar un enfoque Lean, las empresas pueden responder más rápidamente a las necesidades del mercado y cumplir con los plazos de entrega de manera más efectiva. Esto se logra a través de la implementación de sistemas Just-In-Time y la mejora en la comunicación a lo largo de la cadena de suministro [6]. La capacidad de adaptarse a las demandas

cambiantes del cliente no solo mejora la satisfacción, sino que también fortalece la lealtad del cliente hacia la marca.

Finalmente, la implementación de herramientas Lean también ha llevado a un aumento en la moral y el compromiso de los empleados. Al involucrar a los trabajadores en el proceso de mejora continua y fomentar un ambiente de trabajo colaborativo, las empresas han observado un aumento en la motivación y la productividad del personal [7]. Este cambio cultural es esencial para el éxito a largo plazo de las iniciativas Lean, ya que un equipo comprometido es más propenso a identificar y resolver problemas de manera proactiva. [22].

Los estudios revisados demuestran que la integración de tecnologías emergentes como el Internet de las Cosas (IoT) y la Inteligencia Artificial (IA) en la producción esbelta (Lean Manufacturing) ofrece significativas mejoras en la optimización de la cadena de suministro en tiempo real. La incorporación de IoT permite la captura y monitoreo de datos en tiempo real, mejorando la visibilidad de los procesos y la trazabilidad de materiales, facilitando prácticas como el flujo continuo, el sistema pull mediante Kanban digitalizado y la gestión de inventarios con sensores inteligente [35].

Además, la producción esbelta enfrenta el desafío de mantenerse vigente en un entorno industrial cada vez más competitivo y digitalizado, impulsando su integración con tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, el Internet de las Cosas (IoT), los sistemas ciberfísicos (CPS) y la información en la nube. Esta combinación permite fortalecer prácticas lean tradicionales —como el flujo continuo, el Kanban, el mantenimiento productivo total (TPM) y la mejora continua— mediante la recopilación, análisis y uso inteligente de datos en tiempo real, favoreciendo decisiones predictivas, reducción de desperdicios y flexibilidad operativa. La utilización de algoritmos de aprendizaje automático y la implementación de gemelos digitales optimizan la eficiencia y la calidad de los procesos, mientras que los robots colaborativos (cobots) complementan el trabajo humano en tareas repetitivas, potenciando el valor añadido. Así, la convergencia entre Lean y las tecnologías de la Industria 4.0 se perfila como una estrategia esencial para que las organizaciones logren la excelencia operacional y mantengan su competitividad en mercados dinámico [36].

Finalmente, la producción esbelta enfrenta el desafío de mantenerse vigente en un entorno industrial cada vez más competitivo y digitalizado. La integración con tecnologías emergentes como la IA, IoT, sistemas ciberfísicos (CPS) y la información en la nube fortalece las prácticas lean tradicionales mediante la recopilación, análisis y uso inteligente de datos en tiempo real. Esto facilita decisiones predictivas, reducción de desperdicios y flexibilidad operative [35] [36].

## DISCUSIÓN

El objetivo de la presente investigación ha sido analizar el nivel de implementación de las prácticas LEAN en las Micro y Pequeñas Industrias (MYPES) a nivel mundial.

Debido a la sinergia encontrada entre las herramientas

LEAN y la sostenibilidad de los procesos, este trabajo demuestra la contribución de las herramientas mencionadas para ayudar a las empresas en mejorar su eficiencia y así lograr una producción sostenible con menores costos de producción a fin de soportar el reto de mantenerse en un ambiente de negocios de mucha variación en los pedidos, incertidumbre y alta competencia.

Los resultados han mostrado que las estrategias 5S, TPM y VSM son consideradas como herramientas bien establecidas y con alto nivel de progreso de su implementación, en las industrias estudiadas. [6][31]. Estas herramientas han ayudado a eliminar desechos e incrementar la productividad en sus procesos [13][16].

Un tema importante que se ha podido visualizar, es que en muchas industrias manufactureras existe el reto de cumplir la demanda de los clientes en un tiempo correcto y brindándoles un producto de calidad [31].

El no cumplimiento en las entregas significa insatisfacción, altas pérdidas económicas y aún la pérdida de los clientes [24][28].

Estudios previos coinciden en que la metodología de manufactura Lean, junto a la utilización de sus herramientas, mejora los tiempos de entrega de los productos terminados, mejorando la productividad y la eficiencia total de las máquinas [21][25].

Una contribución encontrada en la investigación, y que significa un aporte importante para minimizar las órdenes atendidas fuera de tiempo, es la que propone la interacción de cuatro herramientas Lean: 5S para lograr una mejor organización del espacio físico; Poka-yoke para minimizar los errores humanos; y Mantenimiento Preventivo y SMED para obtener una óptima condición de los equipos [24]. La interacción se puede apreciar en la figura adjunta y un mejor resultado es conseguido a través de la aplicación en las PYMES [21].

Respecto a la implementación de todas las herramientas necesarias para optimizar los procesos, se ha notado que en el 60% de casos analizados, la principal barrera que ha debido eliminarse para lograr su plena utilización, ha sido el aspecto económico; es decir, los costos que significaron realizar las modificaciones físicas e intangibles, y que fueron requeridas para su uso efectivo. En el 23 % de casos de estudio, la traba fundamental fue la baja preparación de las personas en calidad y experiencia práctica, para aceptar la filosofía Lean y alcanzar el incremento de eficiencia y reducción de errores; sobre todo en el ensamblaje de productos complejos [29][22].

Se debe mencionar que está surgiendo una corriente de revolución digital como una vía futura para lograr el crecimiento y evolución de los negocios. La Manufactura Inteligente utiliza Inteligencia Artificial. Sensores, el Internet de las Cosas, Big Data, control de la calidad y planeamiento inteligente de la cadena de suministros para lograr flexibilidad en la producción, mejora en la productividad y eficiencia de la organización. [22] [23] [25].

## CONCLUSIONES

La presente investigación ha sido realizada con el propósito de determinar el nivel de utilización, y el grado de contribución en la mejora de las eficiencias y reducciones de costos que la implementación de las herramientas de la filosofía Lean ha ocasionado en los procesos de las PYMES manufactureras.

Los principales objetivos de la utilización de la filosofía Lean en una organización productiva, son la reducción de costos, el incremento de la calidad de los productos y servicios, la eliminación de los desperdicios, mejorar la satisfacción del cliente y el establecimiento de una organización eficiente. Estos objetivos han sido alcanzados acorde a las herramientas implementadas en cada organización estudiada, lo cual indica que la filosofía Lean ayuda a mejorar la eficiencia de una empresa manufacturera, a fin de que esta se pueda mantener competitiva en un mercado cada vez más impredecible y con mayores exigencias tanto en la complejidad de los productos y servicios, como también en el severo cuidado del medio ambiente y el ahorro de energía.

Se ha visualizado que el impacto de las prácticas Lean sobre la eficiencia, ha generado un amplio debate entre los académicos e investigadores; pues para los primeros, los hechos aún no están claros; y para los últimos, la tecnología Lean Manufacturing todavía envuelve y presenta un gran número de características inesperadas. Sin embargo, es razonable afirmar que el impacto de los métodos Lean variará enormemente entre las industrias y los países.

Los resultados tienen una variedad de consecuencias para los ejecutivos en las industrias, quienes tienen que romper el paradigma de que las técnicas Lean Manufacturing son las mejores prácticas en cada caso en industria. Ellos deben ser capaces de reconocer que se presentan barreras sociales, culturales y económicas que pueden dificultar la adopción de los principios Lean.

Asimismo, las tendencias futuras en la producción esbelta (Lean Manufacturing) apuntan hacia una integración cada vez mayor con tecnologías emergentes como la inteligencia artificial (IA) y el Internet de las Cosas (IoT). Esta combinación permite la captura y análisis de datos en tiempo real, mejorando la visibilidad de los procesos y la trazabilidad de materiales. La IA, a través del aprendizaje automático y la analítica predictiva, optimiza la planificación de la producción y el mantenimiento predictivo, reduciendo desperdicios y mejorando la eficiencia operativa. Además, el edge computing y las redes 5G prometen una toma de decisiones más ágil y una mayor capacidad de respuesta. En conjunto, la convergencia entre Lean Manufacturing y las tecnologías de la Industria 4.0 se perfila como una estrategia esencial para que las organizaciones mantengan su relevancia y competitividad en un entorno industrial dinámico y en constante evolución.

Los administradores deben enfocarse además del uso de la filosofía Lean, en las funciones propias como la utilización de recursos, planeamiento de las operaciones, calidad de la administración, administración del mantenimiento y análisis de los rendimientos.

El pensamiento Lean es de hecho, una estrategia holística en una compañía.

Se tiende a utilizar paralelamente, otras técnicas como la Manufactura Inteligente, Economía Circular e Inteligencia Artificial, las que pueden facilitar el logro de los objetivos; y que utilizados conjuntamente con la filosofía Lean pueden dirigir una organización a obtener mejoras sustanciales.

Más allá del poder de las técnicas de Lean en el incremento de las eficiencias de las empresas, podemos concluir que en las PYMES las principales acciones para su implementación deben incluir necesariamente el compromiso de la dirección de la empresa en invertir en la capacitación de su personal y en promover la cultura de la mejora continua. El uso efectivo de la Técnica Lean implica una transformación cultural profunda.

## REFERENCIAS

- [1] Cichos, K., y Aurich, J. (2016). "Innovative technologies in metalworking: A response to changing customer demands." *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, vol. 138, no. 5, pp. 051001.
- [2] Butzer, H., Schötz, H., y Steinhilper, R. (2017). "Engineering changes in manufacturing systems: A systematic approach." *Procedia CIRP*, vol. 63, p. 123-128.
- [3] Olhager, J. (2013). "Production planning and control: A review." *International Journal of Production Research*, vol. 51, no. 23, pp. 6887-6905.
- [4] Hendry, L. C., Huang, G. Q., y Stevenson, M. (2013). "Production systems: A review of the literature." *International Journal of Production Research*, vol. 51, no. 23, pp. 6887-6905.
- [5] Lemos, C., Pereira, M. T., Ferreira, L. P., y Silva, F. J. G. (2018). "A codification system roadmap: case study in a metalworking company." *Procedia Manufacturing*, vol. 17, pp. 688-695.
- [6] [Takami, T. (2014). "Production engineering strategies and metalworking at Toyota Motor Corporation." *Procedia Engineering*, vol. 81, pp. 5-17.
- [7] Chen, J. C., Cheng, C. H., y Huang, P. B. (2013). "Supply chain management with lean production and RFID application: A case study." *Expert Systems with Applications*, vol. 40, no. 8, pp. 3050-3060.
- [8] C. Lemos, M. T. Pereira, L. P. Ferreira, and F. J. G. Silva, "A codification system roadmap: case study in a metalworking company," *Procedia Manufacturing*, vol. 17, pp. 688-695, 2018.
- [9] T. Takami, "Production engineering strategies and metalworking at Toyota Motor Corporation," 2014. [Online].
- [10] J. Krumeich, D. Werth, P. Loos, J. Schimmelpfennig, and S. Jacobi, "Advanced planning and control of manufacturing processes in steel industry through big data analytics: Case study and architecture proposal," in *2014 IEEE International Conference*.
- [11] A. Pool, J. Wijngaard, and D.-J. Van der Zee, "Lean planning in the semi-process industry, a case study," *International Journal of Production Economics*, vol. 131, no. 1, pp. 194-203, 2011.
- [12] Blackstone CFPIM, Jonah's Jonah (Ed.), *APICS DICTIONARY: The essential supply chain reference*, 14th ed. 2013.
- [13] J. Packowski, *LEAN Supply Chain Planning: The New Supply Chain Management Paradigm for Process Industries to Master Today's VUCA World*. CRC Press, 2013.
- [14] A. C. Lyons, K. Vidamour, R. Jain, and M. Sutherland, "Developing an understanding of lean thinking in process industries," *Production Planning & Control*, vol. 24, no. 6, pp. 475-494, 2013.
- [15] S. M. Fahmi and T. M. Abdelwahab, "Case Study: Improving Production Planning in Steel Industry in Light of Lean Principles," 2012
- [16] J. C. Chen, C. H. Cheng, and P. B. Huang, "Supply chain management with lean production and RFID application: A case study," *Expert Systems with Applications*, vol. 40, no. 9, pp. 3389-3397, 2013.
- [17] D. Cichos and J. C. Aurich, "Support of engineering changes in manufacturing systems by production planning and control methods," *Procedia CIRP*, vol. 41, pp. 165-170, 2016.
- [18] F. A. Abdulmalek and J. Rajgopal, "Analyzing the benefits of lean

- manufacturing and value stream mapping via simulation: a process sector case study," *International Journal of Production Economics*, vol. 107, no. 1, pp. 223-236, 2006. doi: 10.1016/j.ijpe.2006.09.009
- [19] R. C. Floyd, *Liquid Lean: Developing Lean Culture in the Process Industries*. CRC Press, 2010.
- [20] D. Powell, E. Alfnes, and M. Semini, "The application of lean production control methods within a process-type industry: the case of hydro automotive structures," in *Advances in Production Management Systems. New Challenges*.
- [21] R. K. Chakraborty and S. Kumar Paul, "Study and implementation of lean manufacturing in a garment manufacturing company: Bangladesh perspective," *Journal of Optimization in Industrial Engineering*,
- [22] P. Saleeshya, P. Raghuram, and N. Vamsi, "Lean manufacturing practices in textile industries-a case study," *International Journal of Collaborative Enterprise*, vol. 3, no. 1, pp. 18-37, 2012.
- [23] J. C. Olhager and J. Wikner, "Production planning and control tools," *Production Planning & Control*, vol. 11, no. 3, pp. 210-222, 2000. doi: 10.1080/095372800232180.
- [24] R. H. Hayes and S. C. Wheelwright, "Link manufacturing process and product life cycles," *Harvard Business Review*, vol. 57, no. 1, pp. 133-140, 1979.
- [25] J. Olhager, "Production planning and control: A review," *International Journal of Production Research*, vol. 51, no. 23, pp. 6887-6905, 2013.
- [26] K. A. Bello, M. G. Kanakana-Katumba, R. W. Maladzi, and C. O. Omoyi, "Recent Advances in Smart Manufacturing: A Case Study of SMME," *Nigerian Journal of Technological Development*, vol. 21, no. 1, pp. 37-40, Mar. 2024.
- [27] Chiara Cimini, Alexandra Lagorio, Sergio Cavaleri, Development and application of a maturity model for Industrial Agile Working, *Computers & Industrial Engineering*, 2, <https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109877>.
- [28] Tang, Y.-M.; Ho, G.T.S.; Lau, Y.-Y.; Tsui, S.-Y. Integrated Smart Warehouse and Manufacturing Management with Demand Forecasting in Small-Scale Cyclical Industries. *Machines* 2022, 10, 472. <https://doi.org/10.3390/machines10060472>.
- [29] Naranjo, I., Porras, M., Ortiz, D., Tigre, F., Sánchez, C., Tubón, E., et al. (2023). Mathematical models for the formation and evaluation of manufacturing cells in a textile company. A case study. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 16(2), 382-397. <https://doi.org/10.3926/jiem.4143>.
- [30] Choi S, Woo J, Kim J, Lee JY. Sistema de monitoreo integrado digital basado en gemelos: casos de aplicación coreanos. *Sensores* . 2022; 22(14):5450. <https://doi.org/10.3390/s22145450>.
- [31] K.A. Bello, M.G. Kanakana-Katumba, R.W. Maladzi, C.O. Omoyi, Recent Advances in Smart Manufacturing: A Case Study of Small, Medium, and Micro Enterprises (SMME), 2024, *Nigerian Journal of Technological Development*, Vol. 21 No. 1 March 2024, Print ISSN: 0189-9546.
- [32] A. Pearce, D. Pons, and T. Neitzert, "Implementing lean—Outcomes from SME case studies," *Operations Research Perspectives*, vol. 5, pp. 94–104, Feb. 2018. doi: 10.1016/j.orp.2018.02.002.
- [33] J. Majava and T. Ojanperä, "Lean Production Development in SMEs: A Case Study," *Management and Production Engineering Review*, vol. 8, no. 2, pp. 41–48, Jun. 2017. doi: 10.1515/mper-2017-0016.
- [34] N. Kumar y S. Saini, "Some Recent Stories of Operational Excellence in SMEs," *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, vol. 11, no. XII, pp. 1538–1551, Dec. 2023. doi: 10.22214/ijraset.2023.57666.
- [35] U. C. Anozie, K. Pieterse, O. B. Onyenahazi, U. O. Chukwuebuka, and P. C. Ekeocha, "Integration of IoT technology in lean manufacturing for real-time supply chain optimization," *International Journal of Science and Research Archive*, vol. 12, no. 2, pp. 1948-1957, 2024. doi: 10.30574/ijrsra.2024.12.2.1498.
- [36] M. Marinelli, A. A. Deshmukh, M. Janardhanan, e I. Nielsen, "Lean manufacturing and Industry 4.0 combinative application: Practices and perceived benefits," *IFAC PapersOnLine*, vol. 54, no. 1, pp. 288–293, 2021, doi: 10.1016/j.ifacol.2021.08.034.